

Caracterización eléctrica de películas de óxido de hafnio por espectroscopia de impedancias

R. Domínguez-Domínguez, J. Guzmán Medoza, M.A. Aguilar Frutis.

Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada, Instituto Politécnico Nacional,
 Legaria # 694, Miguel Hidalgo 11500, México D.F., México.

Resumen

Se llevaron a cabo mediciones eléctricas en películas de óxido de hafnio, mediante la técnica espectroscopia de impedancias, en configuración de sándwich. Las películas fueron sintetizadas utilizando la técnica de rocío pirolítico ultrasónico a temperaturas de depósito en el rango de 400 a 500 °C. La Espectroscopia de Impedancias es una técnica de caracterización de propiedades eléctricas, que logra destacar las propiedades granulares e intergranulares del material. Estas mediciones pueden ser representadas por un circuito equivalente RC, para simular el comportamiento eléctrico del sistema. En los diagramas de impedancia compleja Z^* generalmente se forman semicírculos, en los cuales es posible obtener los valores de R y C para cada semicírculo, mediante la expresión $\omega_{maxRC}=1$, dichos valores son respuesta de las características microestructurales del material. En los espectros de impedancia y módulos (Z'' y M'' vs ω) se destaca la formación de picos de Debye, que coinciden en frecuencia y con un ancho ligeramente mayor a 1.14 décadas, lo cuál se interpreta como un proceso de relajación.

Introducción

El análisis complejo de la impedancia es una herramienta bien conocida y de gran alcance que se ha utilizado eficazmente para sondear en los materiales dieléctricos.

Este análisis permite resolver las contribuciones de varios procesos tales como los efectos del electrodo, efectos del bulto y las interfaces de los límites de grano, etc. en el dominio de frecuencia. En general los datos en el plano complejo podían ser representados en cuatro formalismos básicos. Éstos son impedancia compleja (Z^*), admitancia compleja (Y^*), permitividad compleja (ϵ^*) y módulo complejo (M^*) los cuales están relacionados entre sí [1].

Detalles experimentales

Como materiales precursores en la síntesis de las películas de óxido de hafnio se utilizó Cloruro de hafnio ($HfCl_4$) disuelto en agua desionizada a una molaridad de 0.05 M. El gas de arrastre fue aire filtrado a una razón de flujo de 10 lts/min. La temperatura de depósito para las películas de HfO_2 fue tomado en el rango 400-500°C. El tiempo de depósito fue ajustado en 4 min, para conseguir un similar espesor en todas las muestras. El espesor resulto aproximado a 9 μm . Se utilizaron substratos de vidrio cubiertos con una película delgada de SnO_2 para utilizarlo como

electrodo eléctrico. Después de depositar la película de óxido de hafnio, se colocó un segundo electrodo con pintura de plata en la parte superior de la misma. La pintura fue secada durante 30 min a 150 °C. Las propiedades eléctricas fueron estudiadas por espectroscopia de impedancias, usando la estructura de sándwich. Las mediciones fueron hechas en un intervalo de frecuencia de 1.0 a 3.2×10^7 Hz. La amplitud de la señal fue 50 mV.

Resultados

Se presentan la graficas de impedancia compleja de la muestra de óxido de hafnio, crecida a una temperatura de 450 °C. Para la muestras crecidas a 400 y 500 °C (no se presentan), se observa la formación de un semicírculo, el cual se asocia a un componente RC en paralelo. En cada semicírculo los valores R y C pueden ser extraídos, los valores de C son obtenidos aplicando la ecuación 1 en la frecuencia máxima de cada semicírculo.

$$\omega_{maxRC}=1 \quad (1)$$

En caso de la muestra crecida a 450 °C, el valor de la capacitancia es determinado en 2.311×10^{-10} F. el cuál corresponde a la respuesta de la frontera de grano de la muestra.

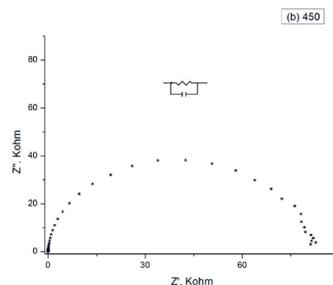


Figura 1. Diagrama de impedancia compleja para óxido de hafnio crecido a 450 °C

Acknowledgments

This work was supported by the IPN project number 20080826 and CONACYT project number 89749

References

[1] I.M. Hodge, M. D. Ingram and A. R. West, J. Electroanal. Chem, 74 (1976) 125-143.